

Aula 04

DSc. Eng. Samuel Moreira Duarte Santos
Engenheiro Mecânico
CREA MG 106478D

Rio de Janeiro, 24 de abril 2023

Agenda

- Estudo de caso.

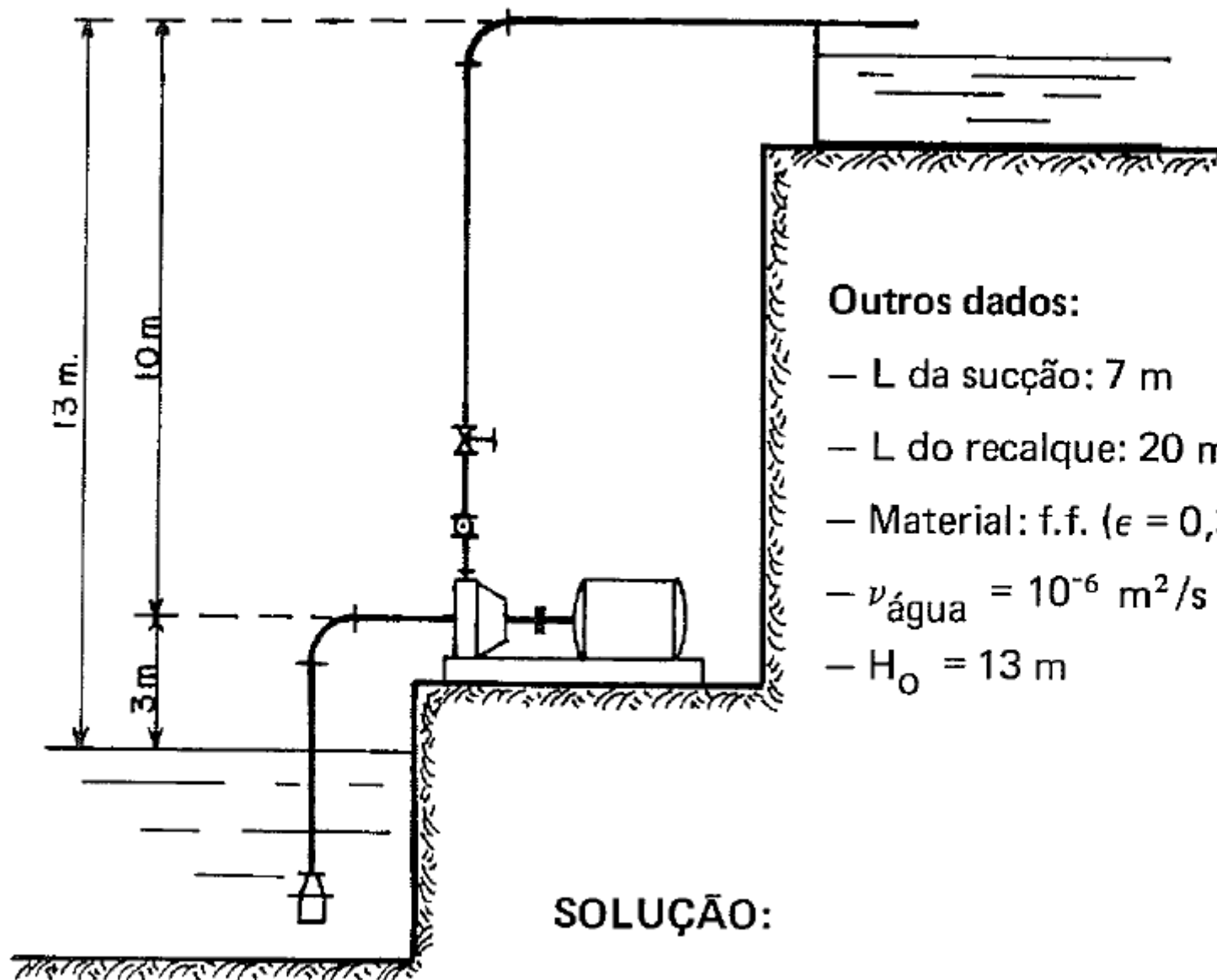
Estudo de caso #1

Estudo de caso #1

Uma indústria necessita de uma bomba para água com uma vazão horária de 36 m^3 . A altura estática de sucção da bomba é de 3 m e a de recalque e de 10 m, conforme esquema:

- a) Determinar o diâmetro econômico das tubulações;
- b) Escolher a bomba capaz de executar este serviço;
- c) Determinar a potência do motor de acionamento, admitindo para a bomba escolhida um rendimento de 65%.

Estudo de caso #1



Estudo de caso #1

$$D = K \sqrt{Q} \qquad K = 0,90$$

$$D = 0,90 \sqrt{0,010} \therefore D = 0,90 \times 0,1 = 0,09 \text{ m}$$

$$D = 90 \text{ mm}$$

$$75 < D < 100 \quad (D \text{ em mm})$$

ϕ recalque  ϕ sucção

Estudo de caso #1

- Diâmetro de sucção e recalque:

$$D = K\sqrt{Q} \qquad K = 0,90$$

$$D = 0,90\sqrt{0,010} \therefore D = 0,90 \times 0,1 = 0,09 \text{ m}$$

$$D = 90 \text{ mm}$$

$$75 < D < 100 \quad (D \text{ em mm})$$



Estudo de caso #1

- Velocidade na sucção e recalque:

$$V_S = \frac{Q}{A_S} = \frac{0,010}{0,008} \cong 1,27 \text{ m/s}$$

$$V_R = \frac{Q}{A_R} = \frac{0,010}{0,004} \cong 2,26 \text{ m/s}$$

$$A_S = \frac{\pi d_S^2}{4} \cong 0,008 \text{ m}^2 \quad A_R \cong \frac{\pi d_r^2}{4} = 0,004 \text{ m}^2$$

Estudo de caso #1

- Perda de carga localizada:

Válvula
Curva

PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS

VALORES APROXIMADOS DE K

$$\Delta H = K \frac{V^2}{2g}$$

2,50
0,40

2,90

ΔH_L

PEÇA	K	PEÇA	K
AMPLIAÇÃO GRADUAL	0,30*	JUNÇÃO	0,40
BOCAIS	2,75	MEDIDOR VENTURI	2,50**
COMPORTA ABERTA	1,00	REDUÇÃO GRADUAL	0,15*
CONTROLADOR DE VAZÃO	2,50	REGISTRO DE ÂNGULO ABERTO	5,00
COTOVELO DE 90*	0,90	REGISTRO DE GAVETA ABERTO	0,20
COTOVELO DE 45*	0,40	REGISTRO DE GLOBO ABERTO	10,00
CRIVO	0,75	SAIDA DE CANALIZAÇÃO	1,00
CURVA DE 90*	0,40	TE PASSAGEM DIRETA	0,60
CURVA DE 45*	0,20	TE SAIDA DE LADO	1,30
CURVA DE 22,5*	0,10	TE SAIDA BILATERAL	1,80
ENTRADA NORMAL EM CANALIZAÇÃO	0,50	VÁLVULA DE PÉ	1,75
ENTRADA DE BORDA	1,00	VÁLVULA DE RETENÇÃO	2,50
EXISTÊNCIA DE PEQUENA DERIVAÇÃO	0,03	VELOCIDADE	1,00

n

* COM BASE NA VELOCIDADE MAIOR (SEÇÃO MENOR)

** RELATIVA A VELOCIDADE NA CANALIZAÇÃO

Estudo de caso #1

- Perda de carga localizada na sucção:

Válvula de pé com crivo	2,50
Curva de 90°	0,40
	<hr/>
$\Sigma K =$	2,90

PERDAS DE CARGA LOCALIZADAS

VALORES APROXIMADOS DE K

$$\Delta H = K \frac{V^2}{2g}$$

PEÇA	K	PEÇA	K
AMPLIAÇÃO GRADUAL	0,30*	JUNÇÃO	0,40
BOCAIS	2,75	MEDIDOR VENTURI	2,50**
COMPORTA ABERTA	1,00	REDUÇÃO GRADUAL	0,15*
CONTROLADOR DE VAZÃO	2,50	REGISTRO DE ÂNGULO ABERTO	5,00
COTOVELO DE 90*	0,90	REGISTRO DE GAVETA ABERTO	0,20
COTOVELO DE 45*	0,40	REGISTRO DE GLOBO ABERTO	10,00
CRIVO	0,75	SAIDA DE CANALIZAÇÃO	1,00
CURVA DE 90*	0,40	TE PASSAGEM DIRETA	0,60
CURVA DE 45*	0,20	TE SAIDA DE LADO	1,30
CURVA DE 22,5*	0,10	TE SAIDA BILATERAL	1,80
ENTRADA NORMAL EM CANALIZAÇÃO	0,50	VÁLVULA DE PÉ	1,75
ENTRADA DE BORDA	1,00	VÁLVULA DE RETENÇÃO	2,50
EXISTÊNCIA DE PEQUENA DERIVAÇÃO	0,03	VELOCIDADE	1,00

* COM BASE NA VELOCIDADE MAIOR (SEÇÃO MENOR)

** RELATIVA A VELOCIDADE NA CANALIZAÇÃO

Estudo de caso #1

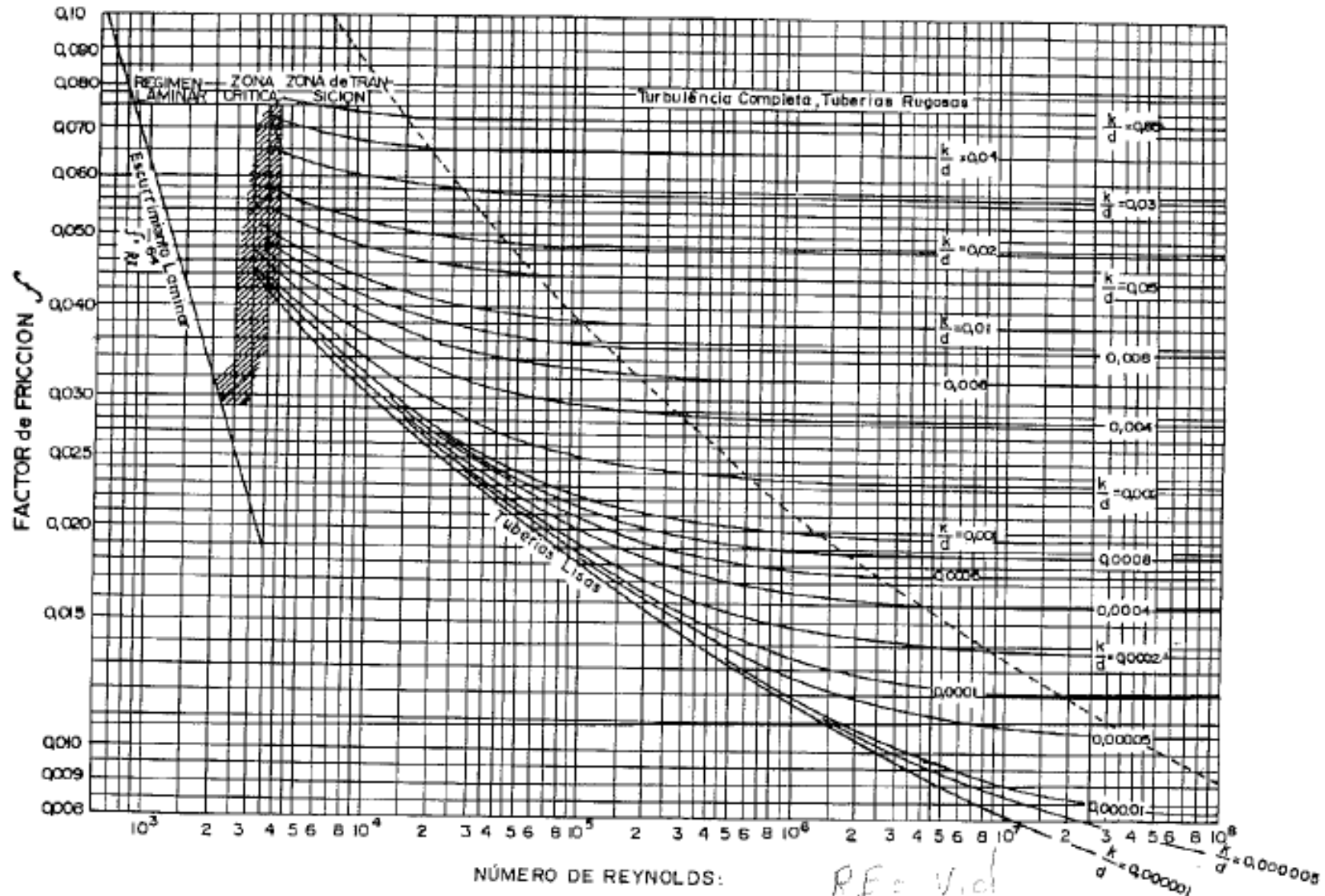
- Perda de carga localizada na sucção:

$$\Delta H_L = \Sigma K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$\Delta H_L = \frac{2,90 \times 1,27^2}{20} = 0,23 \quad \therefore \quad \Delta H_L = 0,23 \text{ m}$$

Estudo de caso #1

- Perda de carga contínua e total na sucção:



Estudo de caso #1

- Perda de carga contínua e total na sucção:

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} = \frac{1,27 \times 0,100}{10^{-6}} = 1,27 \times 10^5 \text{ (Movimento turbulento).}$$

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0,30}{100} = 0,003 \quad \text{No ábaco de Moody (Ábaco 2):}$$

$$f = 0,026$$

$$\Delta H_C = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} = 0,026 \times \frac{7}{0,100} \times \frac{1,27^2}{20} = 0,15 \text{ m}$$

$$\Delta H_S = \Delta H_L + \Delta H_C = 0,23 + 0,15 = 0,38 \text{ m}$$

$$\Delta H_S = 0,38 \text{ m}$$

Estudo de caso #1

- Perda de carga contínua e total no recalque:

Válvula de retenção	2,50
1 curva de 90°	0,40
Registro de gaveta	0,20
Saída de canalização	1,00
$\Sigma K =$	4,10

$$\Delta H_L = \Sigma K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$\Delta H_L = 4,10 \times \frac{2,26^2}{20} = 1,05 \text{ m}$$

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} = \frac{2,26 \times 0,075}{10^{-6}} \cong 1,7 \times 10^5 \text{ (Movimento turbulento)}$$

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0,30}{75} = 0,004 \text{ No ábaco de Moody (Ábaco 2):}$$

$$f = 0,029$$

$$\Delta H_C = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

$$\Delta H_C = 0,029 \times \frac{20}{0,075} \times \frac{2,26^2}{20} = 1,97 \text{ m}$$

$$\Delta H_R = 1,97 \text{ m}$$

$$\Delta H_R = \Delta H_L + \Delta H_C = 1,05 + 1,97 = 3,02$$

$$\Delta H_R = 3,02 \text{ m}$$

$$\text{Logo: } H_{\text{man}} = H_o + \Delta H$$

$$H_o = 13 \text{ m}$$

$$\Delta H = \Delta H_S + \Delta H_R = 0,38 + 3,02 = 3,40 \text{ m}$$

Estudo de caso #1

- Altura manométrica total:

$$H_{\text{man}} = 13 + 3,74 = 16,74 \cong 17,0$$

Para $H_{\text{man}} = 17,0\text{ m}$ e $Q = 10\text{ l/s} = 600\text{ l/min}$, temos (por exemplo):

Estudo de caso #1

- Potência do motor:

Potência calculada	Margem de segurança (recomendável)
até 2 CV	50%
de 2 a 5 CV	30%
de 5 a 10 CV	20%
de 10 a 20 CV	15%
acima de 20 CV	10%

$$N = \frac{\gamma Q H_{man}}{75 \times \eta} = \frac{10^3 \times 10 \times 10^{-3} \times 17}{75 \times 0,65} = 3,48 \text{ CV}$$

Considerando uma margem de segurança de 30% (tabela 7) e as potências dos motores comerciais existentes

$$N_{instalada} = 1,30 \times 3,48 = 4,53 \text{ CV} \cong 5 \text{ CV}$$

Bibliografia

Bibliografia

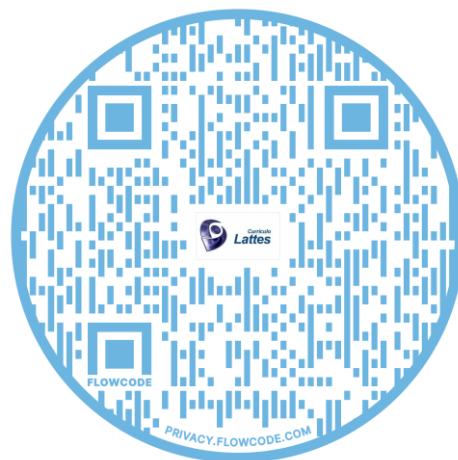
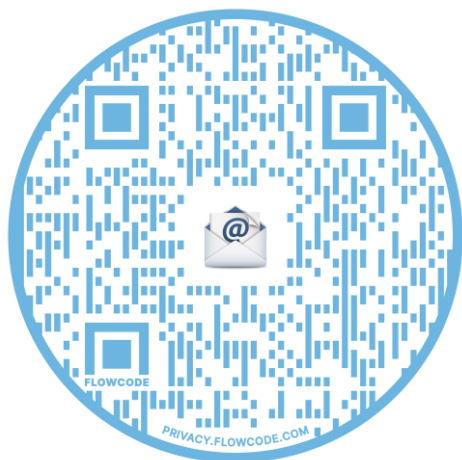
CARVALHO, Djalma Francisco. **Instalações elevatórias bombas**. Universidad Catolica Minas Gerais, 1979.

MACINTYRE, Archibald Joseph. Bombas e instalações de bombeamento. **Rio de Janeiro: Guanabara Dois**, 1982.

ÇENGEL, Yunus A.; BOLES, Michael A.; BUESA, Ignacio Apraiz. termodinâmica. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

G. Van Wylen, C. Borgnakke, and R. E. Sonntag. Fundamentos da Termodinâmica. Editora Edigar Blucher, 8ª edição, 2013.

MORAN, Michael J.; SHAPIRO, Howard N.; BOETTNER, Daisie D. Princípios de termodinâmica para engenharia . Grupo Gen-LTC, 2000.



DSc. Eng. Samuel Moreira Duarte Santos

CREA 106478D

samuelfmoreira@id.uff.br

(21) 980031100

<https://www.linkedin.com/in/samuel-moreira-a3669824/>

<http://lattes.cnpq.br/8103816816128546>